

В качестве исследуемых были выбраны системы  $\text{MeH}_2\text{PO}_4(\text{Me}=\text{K}, \text{Na})/\text{Sb}_2\text{O}_5 \cdot 2.7\text{H}_2\text{O}$  (полисурьмяная кристаллическая кислота, ПСКК), с массовой долей  $\text{MeH}_2\text{PO}_4$  0-50%, приготовленные по методике[1]. Образцы изучались методами рентгенофазового и термического анализа, диэлектрические характеристики измерялись при комнатной температуре с помощью прецизионного анализатора компонентов АМ3028 в диапазоне частот 20 Гц-300 кГц и импульсными методами протонного магнитного резонанса.

Для всех исследуемых систем наблюдаются максимумы диэлектрических характеристик при объемной доле фосфатов 10-15%. Максимальное значение проводимости в частотно-независимой области, 0,03 См/см, наблюдается для образца с массовой долей дигидрофосфата натрия 12%. Частотные зависимости для всех образцов подобны. Природа щелочного катиона в фосфате, по-видимому, влияет на концентрацию носителей заряда в интерфейсе из-за различия в способности к обмену с протонными группировками из объема ПСКК. Все характеристики спектров композитов не могут быть описаны известными выражениями для простых смесей.

1. Zakharyevich D.A., Neustroev A.S. Proton Conduction through Interface Phase of CPAA/KDP Composites // Functional Oxide Nanostructures and Heterostructures: Mater. Res. Soc. Symp. Proc. 2010. 1256E, 1256-N16-42.

*Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант №13-08-01347).*

## **ВЛИЯНИЕ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ НА СТРУКТУРУ**

### **ТОНКИХ ПЛЕНОК СПЛАВА $\text{Fe}_{72.5}\text{Cu}_{1.1}\text{Nb}_2\text{Mo}_{1.5}\text{Si}_{14.2}\text{B}_{8.7}$**

*Михалицына Е.А.<sup>(1)</sup>, Катаев В.А.<sup>(1)</sup>, Larrañaga A.<sup>(2)</sup>, Лепаловский В.Н.<sup>(1)</sup>,  
Курляндская Г.В.<sup>(1)</sup>*

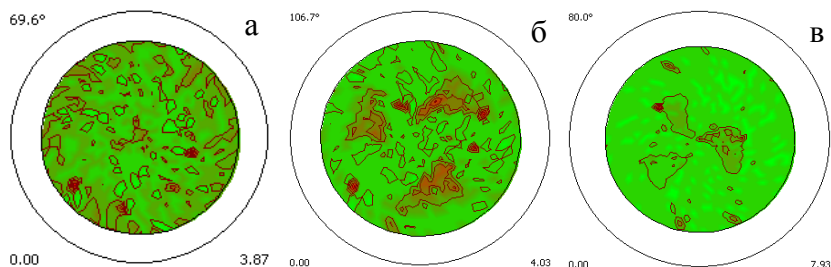
<sup>(1)</sup> Уральский федеральный университет  
620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, д. 19

<sup>(2)</sup> Университет Страны Басков  
48940, г. Бильбао

Сплавы типа Finemet ( $\text{FeSiBNbCu}$ ) в нанокристаллическом состоянии обладают превосходными магнитомягкими свойствами [1]. Высокие величины намагниченности насыщения и низкая коэрцитивность достигаются путем термообработки аморфного сплава, в результате которой формируются нанокристаллы ОЦК-Fe(Si) со средним размером

зерна порядка 10 нм, расположенные в остаточной аморфной матрице. Тонкие пленки данного сплава представляет особый интерес для магнитной сенсорики, что требует исследований корреляции процессов кристаллизации в зависимости от толщины пленки, условий термообработки и их магнитных свойств. В представленной работе рентгеноструктурными методами исследовалась микроструктура тонких пленок сплава типа Finemet, легированного молибденом.

Пленочные образцы были получены ионно-плазменным высокочастотным распылением мишени  $\text{Fe}_{72.5}\text{Cu}_{1.1}\text{Nb}_2\text{Mo}_{1.5}\text{Si}_{14.2}\text{B}_{8.7}$  на кремниевую подложку. Пленки толщиной 50, 100, 150 и 200 нм отжигались при температурах от 450 до 600°C (1 час). Рентгеноструктурный анализ показал, что отжиги приводят к кристаллизации с образованием зерен 20–40 нм размера. Для пленки толщиной 200 нм, отожженной при температуре 550°C, был проведен текстурный анализ. Как видно из полюсных фигур, построенных для плоскостей (110) и (200) ОЦК-Fe(Si) при углах  $2\theta = 69.6^\circ$  и  $106.7^\circ$ , соответственно, в процессе кристаллизации зерна ориентируются случайным образом, что свидетельствует об отсутствии текстуры в пленках. Схожие результаты были получены для лент сплава  $\text{Fe}_{73.5-x}\text{Cr}_x\text{Si}_{13.5}\text{B}_9\text{Nb}_3\text{Cu}_1$  в [2]. Для пика малой интенсивности (см. рисунок, (б)) и для уровня фона при угле  $2\theta = 80.0^\circ$  (см. рисунок, (в)) наблюдалась слабая зависимость интенсивности от угла поворота образца в его плоскости, предположительно связанная с влиянием монокристаллической подложки.



Полюсные фигуры для пленки толщиной 200 нм после термообработки при температуре 550 °C в течение 1 часа: (а) – плоскость (110),  $2\theta = 69.6^\circ$ ; (б) – плоскость (200),  $2\theta = 106.7^\circ$ , (в) – фон,  $2\theta = 80.0^\circ$

1. Yoshizawa Y., Oguma S., Yamauchi K. // J. Appl. Phys. 1998. V. 10(2). P. 6044–6046.
2. Kurlyandskaya G.V., Lukshina V.A., Larranaga A. et al. // J. Alloys. Comp. 2013. V. 566. P. 31–36.

*Работа выполнена при финансовой поддержке частного благотворительного фонда Михаила Прохорова по программе «Академическая мобильность».*

## **GIANT MAGNETOIMPEDANCE OF FeNi-BASED NANOSTRUCTURES DEPOSITED ONTO GLASS AND FLEXIBLE SUBSTRATES**

*Burgoa Beitia A.<sup>(1)</sup>, Fernández E.<sup>(1)</sup>, Svalov A.V.<sup>(1,2)</sup>, Kurlyandskaya G.V.<sup>(1,2)</sup>*

<sup>(1)</sup> University of the Basque Country UPV-EHU

48940, Leioa, Spain

<sup>(2)</sup> Ural Federal University

620002, Ekaterinburg, Mira 19

The giant magneto-impedance (GMI) effect is the great change of the electrical impedance that soft ferromagnetic materials exhibit when a magnetic field is applied. It is based on the skin effect, consisting in the change of the skin penetration depth of the electromagnetic field in a conductor. GMI research is of great interest due to the potential technological and biomedical applications as small magnetic field sensors. GMI sensors presently have the highest sensitivity to a magnetic field in the standard technological temperature range of -50 to 120°C. Flexible substrates are an attractive solution for GMI biosensors, which could be directly incorporated into the microfluidic systems.

In this work, we have designed a [FeNi(170 nm)/Ti(6 nm)]<sub>3</sub>/Cu(500 nm)/[Ti(6 nm)/FeNi(170 nm)]<sub>3</sub> multilayer and deposited it onto a rigid glass and onto Cyclo Olefine Copolymer (COC) flexible substrates. The multilayered structure was prepared by rf-sputtering with metallic masks under a constant magnetic field of 250 Oe that was applied parallel to the film plane in order to induce a well-defined transverse magnetic anisotropy. In thin films, it is necessary to use frequencies in the MHz range in order to obtain the high impedance variation. The magneto-transport measurements at these frequencies must be performed using radio-frequency (RF) techniques. The GMI results presented in this work are based on the measurements of the scattering parameters using a vector network analyser when the sample inserted in a microstrip transmission line [1]. The GMI ratio  $\Delta Z/Z$  was defined with respect to the value at the maximum field  $H_{\max} = 150$  Oe:  $\Delta Z/Z = 100 \times [Z(H) - Z(H_{\max})]/Z(H_{\max})$ .

Figure below shows the frequency dependence of the maximum GMI for the samples deposited onto glass and COC substrates, respectively. For the sample deposited onto a glass substrate 145% ratio of impedance change